

⑩ 日本国特許庁 (J P)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 平3-122294

⑬ Int. Cl.:

C 23 F 4/00  
H 01 L 21/302

識別記号

D 7179-4K  
B 8122-5F

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)5月24日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

## (54) ETCHING DEVICE

(11) 3-122294 (A) (43) 24.5.1991 (19) JP

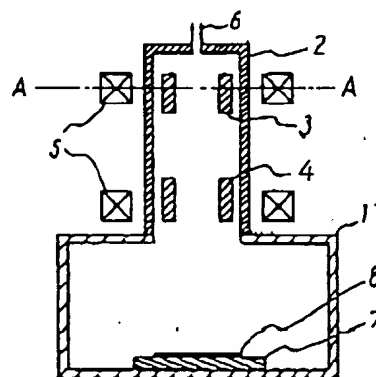
(21) Appl. No. 64-260439 (22) 4.10.1989

(71) NEC CORP (72) SHINICHI TAKESHIRO

(51) Int. Cl. C23F4/00, H01L21/302

**PURPOSE:** To carry out efficient etching without using a waveguide pipe by impressing a high-frequency wave of specified resonance frequency with an electrode in a plasma producing chamber and forming a specified mirror field with a solenoid surrounding the chamber.

**CONSTITUTION:** The gas introduced into the plasma producing chamber 2 of a vacuum vessel is converted to plasma with electron cyclotron resonance (ECR). The produced plasma is introduced into the etching chamber 1 to etch a semiconductor wafer 8 on a wafer stage 7. In this etching device, upper and lower counter electrodes 3 and 4 are arranged in the chamber 2, and a high-frequency wave at 100MHz to 1GHz with the phase shifted to 90° is impressed. A mirror field at 35.7-357 G is formed in the chamber 2 with a couple of upper and lower solenoids 5 surrounding the chamber. Consequently, the high-frequency power is utilized for ECR almost by 100%, the ionization efficiency of the electron is improved, and plasma is efficiently produced.



6: gas inlet

〔従来の技術〕

従来のECRエッチング装置について図面を参照して説明する。

第10図は従来のECRエッチング装置の断面図である。矩形導波管31より2.45GHzのマイクロ波をマイクロ波導入口33よりプラズマ発生室32に導入する。プラズマ発生室32の内部にはソレノイドコイル34により875Gの磁場を発生させ、ここでECRによりプラズマを生成し、エッチング室35内のウェハステージ36上に置かれたウェハ37をエッチングする。

〔発明が解決しようとする課題〕

上述した従来のECRエッチング装置は、高周波として、2.45GHzのマイクロ波を使用しているため、エッチングチャンバー内に高周波を印加する際に、導波管を用いなければならないという欠点があった。

## 特許請求の範囲

電子サイクロトロン共鳴 (ECR) を用いて真空容器内にプラズマを発生させ半導体ウェハのエッチングを行うエッチング装置において、プラズマ発生室内部の上部及び下部に設けられ共鳴周波数として100MHz～1GHzの高周波を印加するための複数の高周波印加電極と、プラズマ発生室の外部を囲み内部に35.7G～357Gのミラー磁場を形成するための上下一対のソレノイドコイルとを有することを特徴とするエッチング装置。

## 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体ウェハのエッチング装置に関



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-122294

⑬ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)5月24日

C 23 F 4/00  
H 01 L 21/302D 7179-4K  
B 8122-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 エッチング装置

⑯ 特 願 平1-260439

⑰ 出 願 平1(1989)10月4日

⑱ 発 明 者 竹 城 真 一 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

## 明 細 書

発明の名称

エッチング装置

特許請求の範囲

電子サイクロトロン共鳴(ECR)を用いて真空容器内にプラズマを発生させ半導体ウェハのエッチングを行うエッチング装置において、プラズマ発生室内部の上部及び下部に設けられ共鳴周波数として100MHz~1GHzの高周波を印加するための複数の高周波印加電極と、プラズマ発生室の外部を囲み内部に3.5~7G~35.7Gのミラー磁場を形成するための上下一対のソレノイドコイルとを有することを特徴とするエッチング装置。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は半導体ウェハのエッチング装置に関

し、特に電子サイクロトロン共鳴(ECR)を用いてプラズマを発生させエッチングを行う装置に関する。

(従来の技術)

従来のECRエッチング装置について図面を参照して説明する。

第10図は従来のECRエッチング装置の断面図である。矩形導波管31より2.45GHzのマイクロ波をマイクロ波導入口33よりプラズマ発生室32に導入する。プラズマ発生室32の内部にはソレノイドコイル34により875Gの磁場を発生させ、ここでECRによりプラズマを生成し、エッチング室35内のウェハステージ36上に置かれたウェハ37をエッチングする。

(発明が解決しようとする課題)

上述した従来のECRエッチング装置は、高周波として、2.45GHzのマイクロ波を使用しているため、エッチングチャンバー内に高周波を印加する際に、導波管を用いなければならないという欠点があった。

第2に、共鳴磁場がソレノイドコイルを用いた一様磁場となっているために、プラズマ発生領域での電子閉じ込め効率が悪く、プラズマの生成効率が悪いという欠点があった。

第3に2.45GHzのマイクロ波を矩形導波管により導入されているので、直線偏波になっており、電子サイクロトロン共鳴に関わるのは電子のサイクロトロン運動と同位相の円偏波成分のみのため、プラズマ生成に関わるのは印加した電力の約1/2程度という欠点があった。

上述した従来のECRエッチング装置に対し、本発明は導波管を用いない程度に周波数を低くし、かつ実際に作れる磁場との相関から、共鳴周波数として100MHz~1GHzの高周波を使用し、磁場として35.7G~357Gを使用し、又、複数の高周波印加電極を有し、ミラー磁場を形成するための一対のソレノイドコイルを有しているという相違点がある。

(課題を解決するための手段)

本発明は、電子サイクロトロン共鳴(ECR)

を用いて真空容器内にプラズマを発生させ半導体ウェハのエッチングを行うエッチング装置において、プラズマ発生室内部の上部及び下部に設けられ共鳴周波数として100MHz~1GHzの高周波を印加するための複数の高周波印加電極と、プラズマ発生室の外部を囲み内部に35.7G~357Gのミラー磁場を形成するための上下一対のソレノイドコイルとを有するエッチング装置である。

[実施例]

次に本発明について図面を参照して説明する。

第1図は本発明の実施例1の縦断面図である。エッチング室1の上部にプラズマ発生室2を配置し、プラズマ発生室2の内部に互いに直交する二対の上部対向電極3および二対の下部対向電極4を配し、各々に高周波を印加する。さらに、プラズマ発生室2の外部に一対のソレノイドコイル5を配置し、プラズマ発生室2の内部にミラー磁場を発生させる。エッチングに使用するガスはガス導入口6よりプラズマ発生室2に導入し、プラズ

マ発生室2の内部でECR放電によりプラズマ化し、エッチング室1の内部のウェハステージ7上に配置されたウェハ8のエッチングを行なう。

第2図は第1図のA-A線断面図である。上部対向電極3は、プラズマ発生室2の内部に互いに直交するように2組配置し、ソレノイドコイル5をプラズマ発生室2の外に上下に1対配置する。

第3図は実施例1の高周波印加回路図である。第1高周波電源9は上部対向電極3と下部対向電極4の同一面の電極に接続し、第2高周波電源10は第1高周波電源9と直交する上部対向電極3と下部対向電極4に接続する。各々の高周波電源には、例えば600MHzの高周波を用いる。

第4図は実施例1の高周波出力波形図である。第1高周波電源出力11と第2高周波電源出力12は位相を90°ずらしてある。

第5図は、第1図A-A線断面における高周波電界を示す図である。互いに直交する上部対向電極3によって発生する高周波電界13は、位相を90°ずらしてあるため、回転する。この方向を

電子のサイクロトロン運動と同一方向にすることによって、印加した高周波電力のほぼ100%がサイクロトロン共鳴に寄与する。

第6図は、第1図の縦断面における高周波電界を示す図である。上部対向電極3および下部対向電極4には同位相の高周波が印加してあるため、等電位面14は上下で平行に形成され、高周波磁界13は平行になる。

第7図は第1図の縦断面における磁場を示す図である。ソレノイドコイル5によって発生させた磁場は磁力線15がミラー状となり、その両端の共鳴領域16で電子サイクロトロン共鳴をおこす。ソレノイドコイル5によって発生させる磁場をミラー比2~4のミラー磁場にする。高周波として600MHzを使用した場合、共鳴領域16での磁場強度は $B(G) = f(MHz) / 2.8$ より214Gとなる。

第8図は本発明の実施例2の高周波印加回路図である。装置の構成は実施例1と同じなので説明は省略する。本実施例では、上部対向電極21と

同一面に配置してある下部対向電極22には位相が180°ずれた電位がかかるように回路を構成する。

第9図は実施例2の高周波電界を示す図である。上部対向電極21と下部対向電極22に位相が180°ずれている電位がかかるため、上部対向電極3と下部対向電極4の中間に上下方向の高周波電界23が発生する。この実施例ではミラー磁場の中央部に上下方向の電界が発生するため、電子は磁場の軸方向に加速を受け、高エネルギー電子が磁場の弱い場所に集中するのを防止できる利点がある。

#### (発明の効果)

以上説明したように本発明は、マイクロ波を用いないことにより、第1に矩形導波管が不用となる効果がある。第2に、電極を二対用い、互いに90°位相をずらした給電を行ない、電子のサイクロトロン運動と同方向の回転高周波電界を印加することにより、高周波電力のほぼ100%が利用できるという効果がある。第3

に、高周波として、100MHz～1GHzを用いたことにより、共鳴磁場強度は、 $B(G) = f(MHz) / 2.8$ より $3.75G \sim 375G$ となり、ソレノイドコイルが小形ですむという効果がある。

第4に、磁場配位をミラー磁場にした場合、ミラーの両端で共鳴領域が存在するため、双方の共鳴領域の近傍に高周波電極を配置することにより、ミラー磁場内で閉じ込められている電子は、両端でエネルギーを受けるため電離効率が従来のほぼ2倍になるという効果がある。

第5に、ミラー比を2とした場合、ミラー磁場の中央部では磁場強度が共鳴領域の1/2となり、電子サイクロトロン周波数が、印加している高周波の1/2となるため、第2高周波加熱によって電子エネルギーが増加するという効果がある。第6に、ミラー磁場のミラー比を2～4と変化させることで、エッチング室へ流出するプラズマの量を70%～50%と制御できる効果がある。

また、実施例2のような高周波印加方法をとることで、高エネルギー電子をミラー磁場の中央部のみに滞らせずに、プラズマ発生室の広い領域で有効にガスの電離を行ない、プラズマ密度を上げられるという効果がある。

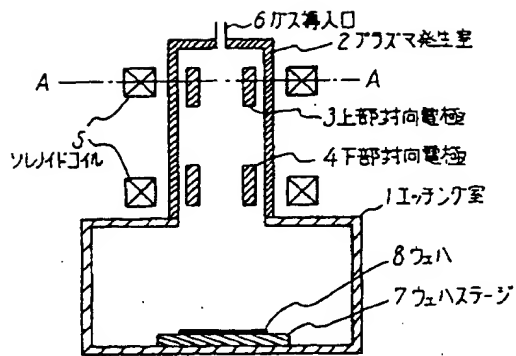
#### 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例1の縦断面図、第2図は第1図のA-A線断面図、第3図は実施例1の高周波印加回路図、第4図は実施例1の高周波出力波形図、第5図は第1図A-A線断面図における高周波電界を示す図、第6図は第1図の縦断面図における高周波電界を示す図、第7図は第1図の縦断面における磁場を示す図、第8図は本発明の実施例2の高周波印加回路図、第9図は実施例2の高周波電界を示す図、第10図は従来のECRエッチング装置の断面図である。

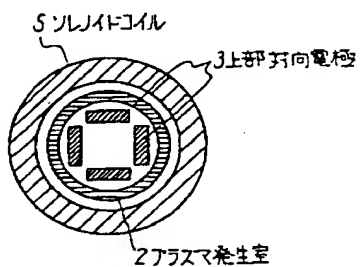
1、35…エッチング室、2、32…プラズマ発生室、3、21…上部対向電極、4、22…下部対向電極、5、34…ソレノイドコイル、6…

ガス導入口、7、36…ウェハステージ、8、37…ウェハ、9…第1高周波電源、10…第2高周波電源、11…第1高周波電源出力、12…第2高周波電源出力、13、23…高周波電界、14…等電位面、15…磁力線、16…共鳴領域、31…矩形導波管、33…マイクロ波導入口。

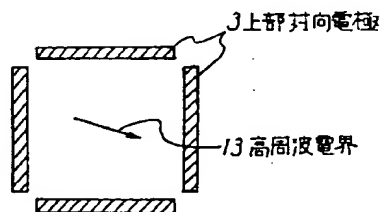
代理人 井理士 内 原 晋



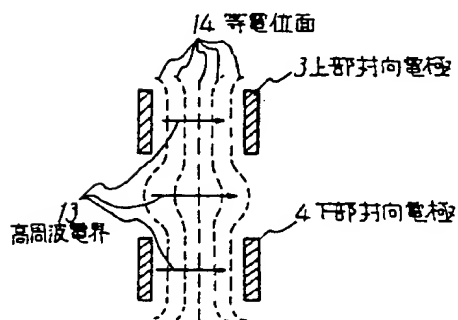
第 1 図



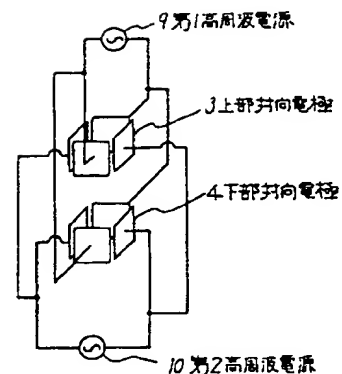
第 2 図



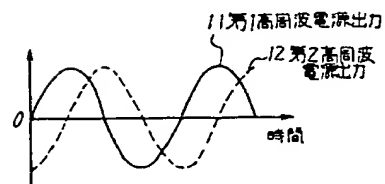
第 5 図



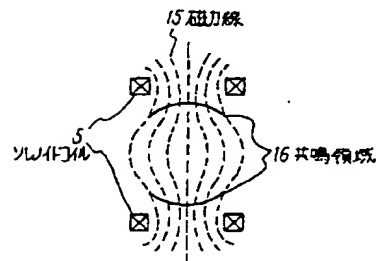
第 6 図



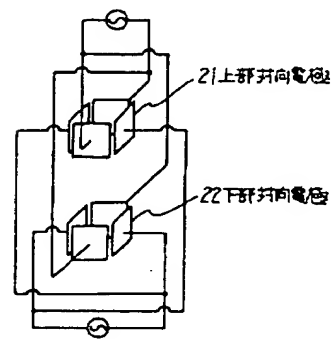
第 3 図



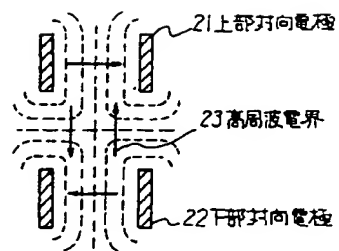
第 4 図



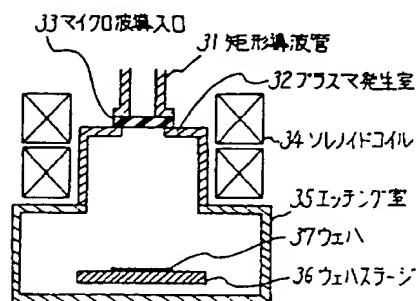
第 7 図



第 8 図



第 9 図



第 10 図







